

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-322175

(43)Date of publication of application : 03.12.1996

(51)Int.Cl.

H02K 1/27

H02K 15/03

H02K 37/14

(21)Application number : 08-012556

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 29.01.1996

(72)Inventor : YAMASHITA FUMITOSHI

WADA MASAMI

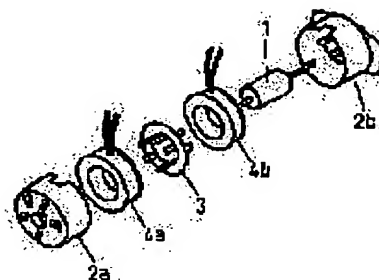
KITAYAMA SHUICHI

(54) PERMANENT MAGNET STEPPING MOTOR

(57)Abstract:

PURPOSE: To enhance performance furthermore while reducing the size by composing a tubular permanent magnet magnetized in multiple poles of an Fe-B-R based quenching micro pieces having outer diameter and density of specific values or less and a binder.

CONSTITUTION: A rotor 1 is provided, on the outer circumferential surface thereof, with an Fe-B-R based resin magnet having ten uniformly magnetized poles and the stator part comprises an inner yoke 3 and exciting coils 4a, 4b. The multipolar magnet in a permanent magnet type stepping motor is composed of an Fe-B-R based quenching micro pieces (preferably, R is Nd or/and Pr) preferably having outer diameter of 25mm or less and density of 5g/cm³ or above and a binder. Since the magnet can be used at high operating point even for a stepping motor having a magnet of small diameter, high performance can be achieved.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 29.01.1996

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 11.03.1997

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-322175

(43) 公開日 平成8年(1996)12月3日

(51) Int.Cl. ⁴	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 2 K 1/27	5 0 1		H 0 2 K 1/27	5 0 1 M
15/03			15/03	A
37/14	5 3 5		37/14	5 3 5 K

審査請求 有 発明の数 1 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平8-12556
(52) 分割の表示 特願昭61-38830の分割
(22) 出願日 昭和61年(1986)2月24日

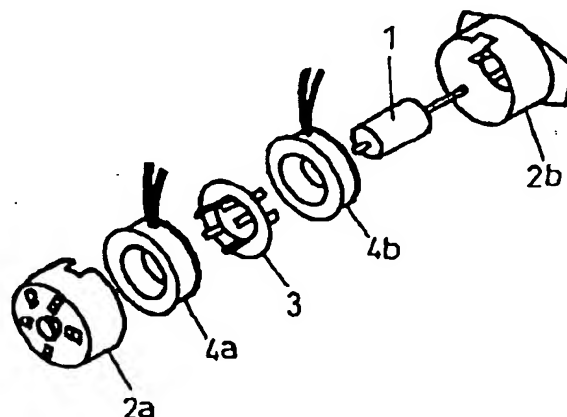
(71) 出願人 000005821
松下電器産業株式会社
大阪府門真市大字門真1006番地
(72) 発明者 山下 文敏
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内
(72) 発明者 和田 正美
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内
(72) 発明者 北山 修一
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内
(74) 代理人 弁理士 滝本 智之 (外1名)

(54) 【発明の名称】 永久磁石型ステッピングモータ

(57) 【要約】

【課題】 コンピュータ周辺機、プリンタなどの制御用、駆動用に使用される永久磁石型ステッピングモータの特に小型のモータの特性を改善する。

【解決手段】 多極着磁した筒状の永久磁石よりなる回転子を、外径2.5mm以下、密度5.0g/cm³以上のFe-B-R系急冷微細片(RはNdまたは/およびPr)と結合剤とよりなる樹脂磁石で構成し、永久磁石型ステッピングモータとする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】多極着磁した筒状の永久磁石を、外径25mm以下、密度 5.0 g/cm^3 以上であり、Fe-B-R系急冷微細片（RはNdまたは/およびPr）と結合剤とよりなる樹脂磁石で構成してなる永久磁石型ステッピングモータ。

【請求項2】結合剤が少なくとも樹脂磁石を成形する段階で6重量%以下である請求項1記載の永久磁石型ステッピングモータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はコンピュータ周辺機、プリンタなどの制御用、駆動用として幅広く使用され、小型軽量化を中心に技術革新が活発な、所謂永久磁石回転子型、さらに詳しくは少なくとも2種以上多極着磁せしめた小型の永久磁石型ステッピングモータの筒状磁石に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、希土類コバルト焼結磁石は筒状に形成し、前記形状の半径方向に磁気異方化させることが極めて難しい。その主な理由は焼結過程において異方性に基づく膨脹率の差が生じるためであり、前記膨脹率の差は磁気異方化の程度や形状にも影響されるが、従来においては等方性にて筒状に対応してきた。このため本来ならば最大エネルギー積 $20\sim 30\text{ MGOe}$ も発生する磁気性能も筒状半径方向では 5 MGOe 程度に低下してしまう。さらに前記磁石を高度な寸法精度を要する永久磁石型ステッピングモータに搭載するには焼結後に研削加工が必要で製品の歩留りが悪く、SmやCoを主成分とすることも加えて、経済性において性能とのバランスに乏しい。また、焼結品は一般に機械的に脆弱であるため、その一部が永久磁石型ステッピングモータのロータとステータとの空隙や摺動部位に飛散・付着してモータとしての機能維持や信頼性の確保に重大な影響を及ぼす恐れがある。

【0003】一方、希土類コバルト樹脂磁石の場合には、マトリクスである樹脂が半径方向へ磁気異方化された希土類コバルトの膨脹率の差を吸収できるため、半径方向へ磁気異方化した筒状磁石が得られる。近年射出成形タイプの希土類コバルト樹脂磁石をアキシアル方向へ磁気異方化すれば最大エネルギー積 $8\sim 10\text{ MGOe}$ 程度のものが容易に得られることが知られている。しかも焼結品に比べて密度が概ね30%軽減され、かつ高度な寸法精度が確保され、機械的に脆弱な点が改善されるため、半径方向へ磁気異方化した筒状希土類コバルト樹脂磁石は、筒状永久磁石型ステッピングモータの、前記磁石としては焼結品に比べて、より好ましいものであることは明白である。

【0004】以下に、筒状希土類コバルト樹脂磁石の半径方向磁気異方化手段に関する従来技術を説明する。筒

状キャビティの半径方向への磁界発生手段として、例えば特開昭57-170501公報に記載されているように、筒状キャビティを取り囲んで磁性体ヨークと非磁性体ヨークとを交互に組み合わせ、かつ外側に磁化コイルを配置した金型を用いるか或は、前記キャビティの外周に磁化コイルを埋設した金型を用いる方法がある。かかる方法は筒状キャビティ内に所定の強さの磁界を発生させるため、高電圧低電流型の電源を用い、かつ起磁力を大とすることが行われている。

10 【0005】

【発明が解決しようとする課題】この永久磁石型ステッピングモータにおいて、金型の外周からヨークにより磁化コイルで励磁した磁束をキャビティ内に有効に集束させるため、磁路長を長くせざるを得ず、特に小型の筒状永久磁石モータの、前記磁石の場合には起磁力のかなりが漏洩磁束として消費されてしまうため半径方向へ十分な磁気異方化することが困難な場合がある。

【0006】すなわち、上記のような高度な磁気性能と寸法精度、並びに機械的脆弱でない希土類コバルト樹脂磁石を半径方向に磁気異方化することによって得られる小型の筒状永久磁石型ステッピングモータの小型化・高性能化は相反する矛盾がある。本発明は上記多極着磁して使用する筒状永久磁石型モータをより一層の小型化・高性能化へ対応可能とすることを目的になされたものである。

【0007】

【課題を解決するための手段】この課題を解決するために本発明は、永久磁石型ステッピングモータの多極着磁した筒状永久磁石を、外径25mm以下、密度 5 g/cm^3 以上のFe-B-R系急冷微細片（RはNdまたは/およびPr）と結合剤とから構成した樹脂磁石とするものである。

【0008】

【発明の実施の形態】本発明でいう永久磁石型ステッピングモータとは、前記モータの設計思想に基づきその構造が決定されるもので、所謂永久磁石回転子型である。永久磁石型ステッピングモータの磁石としては多極着磁された筒状であって、しかも外径は25mm以下であることが必要である。25mm以上になると本発明の効果がモータ性能の点でほとんど消失してしまうので好ましくない。また、前記磁石の密度は 5.0 g/cm^3 以上であることが必要である。5.0 g/cm^3 を下回ると本発明の効果がモータ性能の点で十分発揮されないからである。さらに前記筒状永久磁石はFe-B-R系急冷微細片（RはNdまたは/およびPr）と結合剤とで構成することが必要である。Fe-B-Rは例えばNd_{0.13}（Fe_{0.93}, B_{0.07}）0.07の組成で示される合金を急冷することにより得られる極めて微細な結晶性の磁石相をもつ磁氣的に等方性の、必要に応じて粉砕調整した急冷微細片である。また、結合剤は例えば嫌気性接着剤として知

られるテトラエチレングリコールジメタクリレート、ポリエステルジメタクリレート、トリメチロールプロパントリメタクリレート、エポキシジメタクリレートなどとクメンヒドロキシベンゾキシドなどの混合物や、エポキシ樹脂などが使用される。

【0009】上記結合剤のFe-B-R系急冷微細片に対する添加量は少なくとも圧縮する段階においては、6重量%以下とし、好ましくは4重量%以下とすることが望ましい。

【0010】

【実施例】以下、本発明の実施例を比較例と共に説明する。

(樹脂磁石の製造) Nd_{0.13}(Fe_{0.93}, B_{0.07})_{0.87}組成のFe-B-R系急冷微細片(125μm以下)とエポキシ樹脂とを常法に従って混合した。前記混合物2gを直径10mmのキャビティに投入し、前記エポキシ樹脂400~450poise下で圧縮成形することによってFe-B-R系樹脂磁石を製造した。

【0011】図1は樹脂磁石の結合剤量をパラメータとして圧力と見掛け密度との関係を示した特性図である。図1において、Aは結合剤4重量%、Bは6重量%、Cは8重量%を示すものである。図1から明らかに結合剤の添加量が6重量%以下であれば密度を5g/cm³に到達させることができる。しかし、その場合8~10ton/cm²もの高圧力が必要となるので実質的には4重量%以下とすることが好ましい。なお、密度5g/cm³のNd_{0.13}(Fe_{0.93}, B_{0.07})_{0.87}組成のFe-B-R系樹脂磁石の最大エネルギー積は5.2MGOeであり、等方性希土類コバルト焼結品の最大エネルギー積を上回るものとなる。そして樹脂磁石であるから希土類コバルト焼結品のように、焼結後の研削加工が不要で歩留りもよくSmやCoを主成分とするものではないことも加えて、経済的に性能とのバランスが格段に優れたものとなる。また焼結品のように脆弱でないため、その一部が筒状永久磁石型ステッピングモータのロータとステータとの空隙や摺動部位に飛散、移動する可能性が格段に少なくモータとしての機能維持や信頼性の確保の点で極めて有利となる。

【0012】次に本発明の対象となる外径寸法を異にする密度5g/cm³円筒形状Nd-Fe-B-R系樹脂磁石を結合剤6重量%で製造した。一方、 ρ -アミノプロピルトリメトキシシラン処理した平均粒子径6~8μmのSmCo₅4重量%とC₂₂樹脂酸アミド5重量%含有ポリアミド樹脂6重量%とを常法に従って混練・造粒した。次いで磁性体によるコアを同心に設けた円筒キャビティの外周に磁性体ヨークと非磁性体ヨークとを交互に組み合わせ、かつ外側に磁性体ヨークで2分割した磁化コイルを配置した金型を用意した。前記磁化コイルに各々3×10⁴A/mの反発起磁力を発生させながら予め用意したSmCo₅/ポリアミド樹脂を溶解射出し、希土類

コバルトを半径方向に磁気異方化した外径を異にする円筒型希土類コバルト樹脂磁石を製造した。なお、アキシアル方向へ磁気異方化したものの最大エネルギー積は9.6MGOeであった。

【0013】(樹脂磁石の半径方向の磁気特性) Nd_{0.13}(Fe_{0.93}, B_{0.07})_{0.87}/エポキシ樹脂6重量%から製造したFe-B-R系樹脂磁石、SmCo₅/ポリアミド樹脂6重量%から製造した半径方向へ磁気異方化した希土類コバルト樹脂磁石を対象として測定磁界25KOeでの残留磁束密度Brを半径方向について求めた。

【0014】図2は半径方向のBrと円筒磁石の外径寸法との関係を示す特性図である。但し、各円筒磁石の内厚は1.5mm、L/D=0.50~0.25である。図2において、Aは磁気異方性希土類コバルト樹脂磁石、BはFe-B-R系樹脂磁石の特性をそれぞれ示す。図2から明らかのように半径方向へ磁気異方化した希土類コバルト樹脂磁石は金型の外周からヨークにより磁化コイルで励磁した磁束をキャビティ内に集束させるため、キャビティの径が小さくなるにつれて起磁力のかなりの部分が漏洩磁束として削費されるようになる。このため小さな形状のものほど、半径方向への磁気異方化が困難となり磁気性能が低下する。具体的に外径25mmで半径方向へ磁気異方化したもののBrはアキシアル方向へ磁気異方化したものの3/4程度となる。そして、さらに外径が小さくなると得られる磁束が更に少なくなるので本発明が対象とする永久磁石型ステッピングモータの小型化、高性能化に対しての対応が不利となるのである。これに対して本発明に係るFe-B-R系樹脂磁石は、例えばNd_{0.13}(Fe_{0.93}, B_{0.07})_{0.87}組成の合金を急冷して得られる極めて微細な結晶性の磁石相をもつ磁氣的に等方性の微細片からなる樹脂磁石である。従って円筒型磁石の外径等寸法形状の影響を受けない利点があるため永久磁石型ステッピングモータの小型化・高性能化に対する対応が外径25mm以下の小さな形状において、半径方向へ磁気異方化した希土類コバルト樹脂磁石に比べて極めて有利となる。なお、永久磁石回転型ステッピングモータとする場合には前記磁石の質量が機能に影響する場合もある。しかし例示した希土類コバルト樹脂磁石のようなアキシアル磁場で磁気異方化したとき最大エネルギー積で8~10MGOeの性能を発現させ得る樹脂磁石に比べて10%程度の軽量化も可能であり有利である。

【0015】(永久磁石型ステッピングモータの特性) Nd_{0.13}(Fe_{0.93}, B_{0.07})_{0.87}/エポキシ樹脂6重量%から製造した外径8mm、内径5.5mmのFe-B-R系樹脂磁石と同一形状のSmCo₅/ポリアミド樹脂6重量%から製造した半径方向へ磁気異方化した希土類コバルト樹脂磁石を対象として永久磁石型ステッピングモータの特性を例示する。

【0016】図3は例示の対象とした永久磁石回転子型ステッピングモータの構成を示すものである。図3において、1は外径8mmの外周面を10極均等着磁したFe-B-R系樹脂磁石または半径方向へ磁気異方化した希土類コバルト樹脂磁石を有するロータである。ステータ部は外ヨーク2a、2bと互いに背中合わせに接合された2個の内ヨーク3と、それ等の間に收容される励磁コイル4a、4bとを備えている。このような所謂PM型パルスモータは1パルス電流に対応する励磁コイルの起磁力により1ステップ角だけロータが変位する動作を行う。

【0017】図4は、このような永久磁石回転子型ステ *

		ホールディング トルク g・cm	最大自起 動周波数 PPS	最大応答周波数 PPS
本発明例	Fe-B-R系 樹脂磁石	88	980	1360
比較例	異方性希土 類コバルト 樹脂磁石	60	900	1330

【0020】図4および(表1)から明らかなように永久磁石型ステッピングモータの多極着磁した、前記磁石が外径25mm以下、密度5g/cm³以上であり、Fe-B-R系急冷微細片と結合剤とで構成した樹脂磁石であれば、半径方向へ磁気異方化した希土類コバルト樹脂磁石に比較して格段に高性能となる。

【0021】

【発明の効果】以上のように本発明は、多極着磁してなる比較的小さな径の永久磁石を用いる、所謂永久磁石型ステッピングモータの小型化・高性能化に効果的であるばかりか、性能の維持や信頼性の確保に極めて有利である。なお、特に永久磁石回転子型ステッピングモータは、プリンター、フロッピーディスクドライブなどに多く使用されるが、このようなOA機器は高性能化と小型化の要求が厳しくモータも同様の要求に答える必要がある。図3に示されるような永久磁石回転子型ステッピングモータは一定のステップ角度を有するために永久磁石に多極着磁することで隣合うN極S極で磁路が形成され、さらに永久磁石と対抗するヨークとの間にも磁路が

キッピングモータのパルスレートとブルアウトトルクとの関係を示す特性部である。図4において、PPSはPulse Per Secondを示し、Aは外径25mm以下、密度5g/cm³で、多極着磁したFe-B-R系樹脂磁石ステッピングモータ(本発明例)、Bは同一形状の磁気異方性希土類コバルト樹脂磁石ステッピングモータ(比較例)である。

【0018】また、(表1)に上記永久磁石型ステッピングモータの他の代表特性を示す。

【0019】

【表1】

され、磁石の直径の小さなステッピングモータであっても本願発明の磁石であれば高い動作点で磁石を使用することができ、高性能を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施の形態による樹脂磁石の圧力と密度の関係を示す特性図

【図2】本発明の一実施の形態による外径寸法と半径方向の残留磁束密度の関係を示す特性図

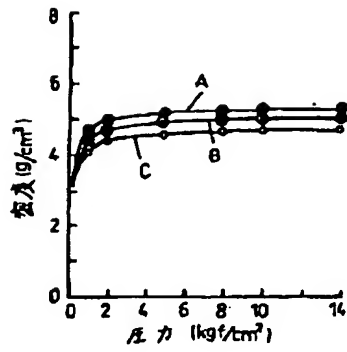
【図3】本発明の一実施の形態による本発明の対象とする永久磁石型ステッピングモータの構造を示す分解斜視図

【図4】本発明の一実施の形態によるパルスレートとブルアウトトルクの関係を示す特性図

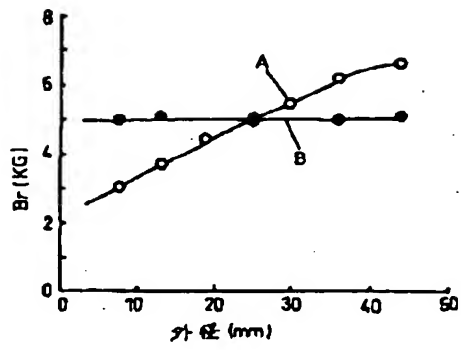
【符号の説明】

- 1 ロータ
- 2 a, 2 b 外ヨーク
- 3 内ヨーク
- 4 a, 4 b 励磁コイル

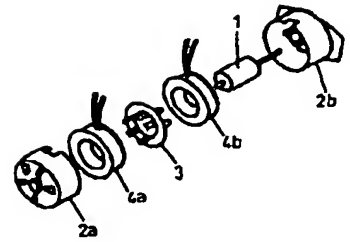
【図1】



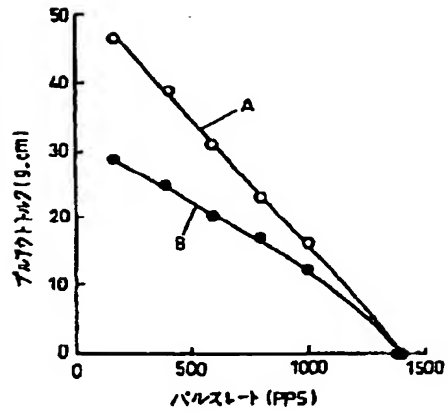
【図2】



【図3】



【図4】



THIS PAGE BLANK (USPTO)